·论著·

1990—2019 年中国周围动脉疾病患病性别差异情况的年龄 – 时期 – 队列模型分析

刘林波[1]，廖智杰[1]，杨文凡[2]，白丹丹[1]，王冬梅[1]，施森[2*]

【摘要】 背景 周围动脉疾病（PAD）是心血管疾病中一种常见的、严重的疾病，易并发肢体缺血及心血管不良事件。PAD 的患病有性别差异，而相关研究相对缺乏。充分认识中国 PAD 患病情况的性别差异对于公共卫生政策的制定至关重要。目的 分析中国 PAD 患病情况中的性别差异及其原因，为有针对性的筛查和预防措施提供理论依据。方法 通过 2019 年全球疾病负担（GBD）数据库提取中国男性和女性以及全球、日本、韩国和印度女性的 PAD 患病人数、患病率、年龄标化患病率、疾病负担可归因危险因素以及相应 95% 不确定区间（*UI*）。采用 R 语言分析本研究数据和可视化分析。采用 Joinpoint 软件分析 1990—2019 年中国男性和女性 PAD 患病率随时间变化的趋势，计算 PAD 患病率的年度变化百分比（*APC*）和平均年度变化百分比（*AAPC*）以及其 95% 可信区间（*CI*）。采用贝叶斯年龄 – 时期 – 队列（BAPC）模型预测 2020—2035 年 PAD 的患病人数和患病率。结果 中国 2019 年 PAD 患病率例数男性为 71.74×10 万，女性为 213.15×10 万。与 1990 年比较，2019 年 PAD 患病人数男性增加了 154.22%，女性增加了 181.27%。2019 年日本、韩国、印度和全球女性 PAD 患病人数、患病率均较 1990 年升高，但年龄标化患病率均降低，1990 年中国女性 PAD 年龄标化患病率分别为日本和韩国女性的 57.80% 和 76.35%，2019 年则分别为日本和韩国的 1.10 倍和 1.33 倍。中国男性 PAD 患病率 1990 年为 462.40/10 万，2019 年为 989.79/10 万，增幅为 114.05%，1990—2019 年呈上升趋势。中国女性 PAD 的患病率 1990 年为 1 321.44/10 万，2019 年为 3 055.85/10 万，增幅为 131.25%，1990—2019 年呈上升趋势。2019 年中国女性 PAD 患病率是男性的 3.09 倍。中国男性 PAD 的年龄标化患病率 1990 年为 731.02/10 万，2019 年为 744.96/10 万，增幅为 1.91%，1990—1993 年、1993—2005 年呈上升趋势，2005—2019 年呈下降趋势。中国女性 PAD 的年龄标化患病率 1990 年为 1 839.43/10 万，2019 年为 2 022.13/10 万，增幅为 9.93%，1990—2005 年呈上升趋势，2005—2019 年变化趋势不显著（P>0.05）。2019 年中国女性 PAD 年龄标化患病率是男性的 2.71 倍。BAPC 模型预测结果示，2035 年中国男性 PAD 患病人数将达到 101.30×10 万，女性将达到 319.24×10 万。2035 年中国女性 PAD 患病人数较 2019 年将增长 49.77%。分年龄统计，2019 年中国女性 65~69 岁 PAD 患病人数最多，为 35.15×10 万，2035 年将是 70~74 岁患病人数最多，为 55.89×10 万。2035 年 40~44、45~49、50~54、55~59 岁中国女性 PAD 患病人数将低于 2019 年，60~64、65~69、70~74、75~79、80~84、85~89、90~94、≥ 95 岁患病人数将高于 2019 年。2035 年中国男性 PAD 年龄标化患病率为 712.09/10 万，女性为 1 945.97/10 万，较 2019 年分别降低 4.41% 与 3.77%。分年龄统计，2035 年中国女性各年龄分层 PAD 患病率随年龄增大而增加，除≥ 95 岁人群外，其他年龄段人群的患病率均较 2019 年下降。2019 年中国 PAD 疾病负担可归因于 6 种危险因素，分别为高血压、吸烟、糖尿病、肾功能不全、高盐饮食和铅暴露。男性最主要危险因素为吸烟（44.32%），其次为高血压（18.97%）和糖尿病（16.11%）。女性最主要的危险因素为高血压（32.31%），其次为糖尿病（24.81%）和肾功能不全（17.27%）。结论 中国女性 PAD 的患病人数、患病率及年龄标化患病率均明显高于男性，并且年龄标化患病率已经超过日本和韩国。在可预知的未来，中国女性 PAD 患病人数将进一步增加，且老年女性的患病人数增长越来越明显。因此应更加重视 PAD 在性别、年龄方面呈现出的变化，重视 PAD 患者危险因素的性别差异，采取必要的筛查和预防措施。

【关键词】 周围动脉疾病；患病率；全球疾病负担；贝叶斯年龄 – 时期 – 队列模型；贝叶斯预测

【中图分类号】 R 543.5 R 195.4 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0260

【引用本文】 刘林波，廖智杰，杨文凡，等 . 1990—2019 年中国周围动脉疾病患病性别差异情况的年龄 – 时期 – 队列模型分析［J］. 中国全科医学，2023.［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0260.［www.chinagp.net］

LIU L B，LIAO Z J，YANG W F，et al. Age-period-cohort model analysis of gender differences in peripheral arterial disease prevalence from 1990 to 2019 in China［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.

基金项目：四川省卫生健康委科研课题（18PJ488）；四川省医学会（恒瑞）科研基金专项科研课题（2021HR65）

1.621000 四川省绵阳市第三人民医院 四川省精神卫生中心血管外科 2.646099 四川省泸州市，西南医科大学附属医院血管外科

* 通信作者：施森，主任医师；E-mail：50242042@qq.com

本文数字出版日期：

Age-period-cohort Model Analysis of Gender Differences in Peripheral Arterial Disease Prevalence from 1990 to 2019 in China

LIU Linbo[1], LIAO Zhijie[1], YANG Wenfan[2], BAI Dandan[1], WANG Dongmei[1], SHI Sen[2]*

1.Department of Vascular Surgery, the Third Hospital of Mianyang/Sichuan Mental Health Center, Mianyang 621000, China

2.Department of Vascular Surgery, the Affiliated Hospital of Southwest Medical University, Luzhou 646099, China

[*]Corresponding author: SHI Sen, Chief physician; E-mail: 50242042@qq.com

【Abstract】 **Background** Peripheral artery disease (PAD) is a common and serious cardiovascular disease, which is prone to complications of limb ischemia and adverse cardiovascular events. There is a gender difference in the prevalence of PAD, which has been relatively poorly studied. A full understanding of gender differences in prevalence of PAD in China is essential for public health policy development. **Objective** To analyze the gender differences in the prevalence of PAD in China and their causes, providing a theoretical basis for targeted screening and preventive measures. **Methods** The number of PAD cases, prevalence, age-standardized prevalence, attributable risk factors for disease burden, and corresponding 95% uncertainty intervals (*UI*) were extracted from the 2019 Global Burden of Disease (GBD) database for males and females in China and females in Japan, Korea, India and globally. R language was used to analyze the data and visualize the analysis of this study. Joinpoint software was used to analyze the trend of PAD prevalence in males and females in China over time from 1990 to 2019, and the annual percentage change (*APC*) and average annual percentage change (*AAPC*) of PAD prevalence and their 95% confidence intervals (*CI*) were calculated. A Bayesian age-period-cohort (BAPC) model was used to predict the number and prevalence of PAD in 2020—2035. **Results** The estimated prevalence of PAD in China in 2019 was 71.74 × 100 000 (25.18%) for males and 213.15 × 100 000 (74.82%) for females. Compared with 1990, the number of PAD cases in 2019 increased by 154.22% in males and 181.27% in females. In 2019, the number of cases and prevalence of PAD among males in Japan, Korea, India and globally were all higher than those in 1990, but the age-standardized prevalence was lower. In 1990, the age-standardized prevalence of PAD among women in China was 57.80% and 76.35% of those in Japan and Korea, 1.10 times and 1.33 times of those in Japan and Korea in 2019. The prevalence of PAD in Chinese men was 462.40/100 000 in 1990 and 989.79/100 000 in 2019, with an increase of 114.05%, and showed an upward trend during 1990 to 2019. The prevalence of PAD in Chinese women was 1 321.44 per 100 000 in 1990 and 3 055.85/100 000 in 2019, with an increase of 131.25%, and showed an upward trend from 1990 to 2019. The prevalence of PAD in Chinese women was 3.09 times higher than that of men in 2019. The age-standardized prevalence of PAD in Chinese males was 731.02/100 000 in 1990 and 744.96/100 000 in 2019, with an increase of 1.91%, showed an increasing trend from 1990 to 1993 and from 1993 to 2005, and a decreasing trend from 2005 to 2019. The age-standardized prevalence of PAD in Chinese women was 1 839.43/100 000 in 1990 and 2 022.13/100 000 in 2019, with an increase of 9.93%, showing an increasing trend from 1990 to 2005, and a non-significant trend from 2005 to 2009 and 2009 to 2019 (P>0.05). In 2019, the age-standardized prevalence of PAD in Chinese women was 2.71 times of men. BAPC model predicts that the number of PAD cases will reach 101.30 × 100, 000 in Chinese men and 319.24 × 100 000 in Chinese women by 2035. In 2035, the number of Chinese women with PAD will increase by 49.77% compared with 2019. In terms of age, the largest number of Chinese women aged 65-69 with PAD in 2019 will be 35.15 × 100 000, and the largest number of women aged 70-74 with PAD in 2035 will be 55.89 × 100 000. In 2035, the number of Chinese women aged 40 to 44, 45 to 49, 50 to 54 and 50 to 59 with PAD will be lower than in 2019, and the number of Chinese women aged 60 to 64, 65 to 69, 70 to 74, 75 to 79, 80 to 84, 85 to 89, 90 to 94 and ≥ 95 with PAD will be higher than in 2019. In 2035, the age-standardized prevalence of PAD in Chinese men and women will be 712.09/100 000 and 1 945.97/100 000, respectively, decreasing by 4.41% and 3.77% compared with 2019. By age, the prevalence of PAD in Chinese women in 2035 will increase with age, and the prevalence of PAD in all age groups will be decreased compared with 2019 except for those aged ≥ 95 years. The disease burden of PAD in China in 2019 can be attributed to six risk factors, including hypertension, smoking, diabetes, renal insufficiency, high-salt diet and lead exposure. The most important risk factor for men was smoking (44.32%), followed by hypertension (18.97%) and diabetes (16.11%). The most common risk factor for women was hypertension (32.31%), which was followed by diabetes (24.81%) and renal insufficiency (17.27%). **Conclusions** The number of cases, prevalence and age-specific prevalence of PAD in Chinese women are significantly higher than those in men, and the age-standardized prevalence has already exceeded that of Japan and Korea. In the foreseeable future, the number of Chinese women suffering from PAD will further increase, and the number of elderly women suffering from PAD will increase more and more obviously. Therefore, more attention should be paid to the changes in gender and age, and gender differences in risk factors of PAD patients, and necessary screening and prevention measures should be taken.

【Key words】 Peripheral artery disease; Prevalence; Global Burden of Disease; Bayesian age-period-cohort; Bayesian forecast

周围动脉疾病（peripheral artery disease，PAD）发病率高，是仅次于冠状动脉疾病和脑卒中第三大常见的心血管疾病[1]。多数 PAD 患者无症状或症状不典型，只有约 10% 的患者有典型的跛行症状，这对 PAD 的早期诊断提出巨大挑战[2]。但在 PAD 患者中，无论是否出现间歇性跛行、不典型的腿部疼痛、严重的肢体缺血等症状，其心血管不良事件发生率和死亡率均会显著增加[3-4]。PAD 患者发生心血管死亡的风险增加了 3 倍，疾病越严重，患者死于心肌梗死或脑卒中的可能性越大[5-7]。

根据 2019 年全球疾病负担（Global Burden of Disease，GBD）研究估计，全球约有 1.13 亿 PAD 患者[8]，超过 1/5 的患者将在 10 年内死于冠状动脉或脑血管疾病[9]。这是一个相当大的公共卫生问题。但与冠状动脉疾病和脑卒中相比，PAD 相关研究较缺乏，公众关注仍然较少，包括临床指南中对 PAD 患者的风险管理建议均依赖于冠心病患者的证据[10]。

研究发现，PAD 的患病率有性别差异，全球范围内女性 PAD 患者占比 52.23%，特别是中低收入国家中的女性患外周动脉疾病的风险高于男性[2-3, 11]。与男性相比，女性 PAD 患者出现运动能力下降、生活质量下降、抑郁风险以及急性心血管事件的风险更大[12-13]。同时，女性与 PAD 相关的残疾和死亡率负担增加比男性更严重[8]。因此专家呼吁重视 PAD 患者的性别差异，更多关注女性 PAD[14-15]。

在国内很少有研究报道 PAD 性别相关的结果，因此，充分认识我国 PAD 患病情况的性别差异，将有助于更有效地制定预防、诊断和控制策略。

1 研究方法

1.1 数据来源 本研究中所需的 PAD 患病情况数据（1990—2019 年）来自 2019 年 GBD 数据库（http://ghdx.healthdata.org/gbd-resultstool）。通过 GBD 数据库提取中国男性和女性以及全球、日本、韩国和印度女性的相关数据，主要包括 PAD 患病人数、患病率、年龄标化患病率、疾病负担可归因危险因素以及相应 95% 不确定区间（*UI*）。采用 R 语言（版本 4.2.1）分析本研究数据和可视化分析。

1.2 统计学方法

1.2.1 Joinpoint 回归分析 采用 Joinpoint 软件（版本 4.9.1.0）分析 1990—2019 年中国男性和女性 PAD 患病率随时间变化的趋势。蒙特卡罗置换检验是 Joinpoint 软件默认的优选模型筛选方法，并对统计学显著水平进行校正，$P<0.05$ 被认为是显著的[16-17]。连接点的数量与研究观测值的数量（即数据的时间跨度）有关，系统默认最小为 0，最大为 5，研究者可根据需求自行定义[16]。本文将连接点数设置为 2 个。计算 PAD 患病率的年度变化百分比（annual percent change，*APC*）和平均年度变化百分比（average annual percent change，*AAPC*）以及其 95% 可信区间（*CI*）。

1.2.2 贝叶斯年龄 - 时期 - 队列（Bayesian age-period-cohort，BAPC）模型 本研究基于 GBD 数据库中 1990—2019 年 PAD 患病人数和患病率，使用 BAPC 模型预测 2020—2035 年 PAD 的患病人数和患病率。GBD 数据集提供了 ≥ 40 岁人群的 PAD 患病情况数据，以 5 年为一年龄段，将人群分为 40~44 岁、45~49 岁、50~54 岁、55~59 岁、60~64 岁、65~69 岁、70~74 岁、75~79 岁、80~84 岁、85~89 岁、90~94 岁、≥ 95 岁共 12 个年龄段。BAPC 模型使用集成嵌套拉普拉斯近似（integrated nested Laplace approximation，INLA）中的泊松模型拟合，用于预测疾病流行病学的变化趋势[18]。本研究采用二阶随机游走（RW2）建模[19]，研究年龄、时期和队列影响，对 PAD 患病人数和患病率进行估计，该预测过程通过 R 语言中的 BAPC 包和 INLA 包实现。

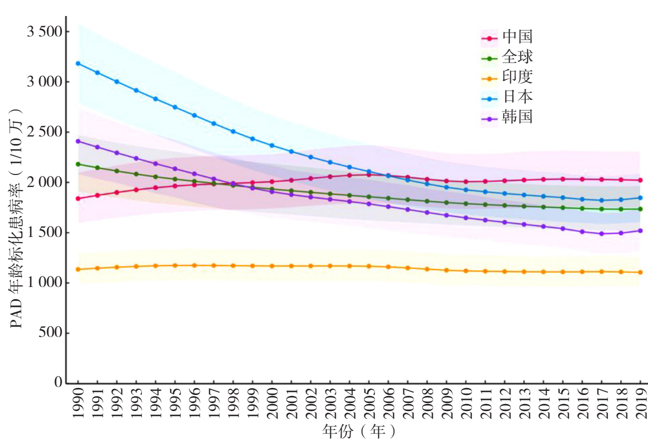
2 结果

2.1 1990 年和 2019 年中国男性和中国、日本、韩国、印度及全球女性 PAD 患病情况 中国 2019 年 PAD 患病率例数男性为 71.74×10 万，女性为 213.15×10 万。与 1990 年比较，2019 年 PAD 患病人数男性增加了 154.22%，女性增加了 181.27%，见表 1。

2019 年日本、韩国、印度和全球女性 PAD 患病人数、患病率均较 1990 年升高，但年龄标化患病率均降低。其中日本女性下降幅度最大，达 41.98%，韩国为 36.93%，印度为 2.59%，全球为 20.45%。但中国女性年龄标化患病率增长了 9.93%。1990 年中国女性 PAD 年龄标化患病率分别为日本和韩国女性的 57.80% 和 76.35%，2019 年则分别为日本和韩国的 1.10 倍和 1.33 倍。1990 年中国女性 PAD 患病人数占全球的 16.92%，2019 年则占到全球的 28.01%，见表 1、图 1。

2.2 中国 PAD 粗患病率和年龄标化患病率变化趋势的 Joinpoint 回归分析 中国男性 PAD 粗患病率 1990 年为 462.40/10 万，2019 年为 989.79/10 万，增幅为 114.05%，见表 1、图 2。1990—1999 年、1999—2007 年、2007—2019 年呈上升趋势，*APC* 分别为 2.58%、3.17%、2.39%，1990—2019 年 *AAPC* 为 2.66%，见表 2。中国女性 PAD 的粗患病率 1990 年为 1 321.44/10 万，2019 年为 3 055.85/10 万，增幅为 131.25%，见表 1、图 2。1990—2006 年、2006—2009 年、2009—2019 年呈上升趋势，*APC* 分别为 2.90%、2.21%、3.24%，1990—2019 年 *AAPC* 为 2.94%，见表 2。

中国男性 PAD 的年龄标化患病率 1990 年为 731.02/10 万，2019 年为 744.96/10 万，增幅为 1.91%，见表 1、图 3。1990—1993 年、1993—2005 年呈上升趋势，



注：PAD= 周围动脉疾病。

图 1 1990—2019 年全球、中国、印度、日本、韩国女性 PAD 年龄标化患病率变化趋势

Figure 1 Trends in the age-standardized prevalence of PAD in women from 1990 to 2019 in globally China，India，Japan，and Korea

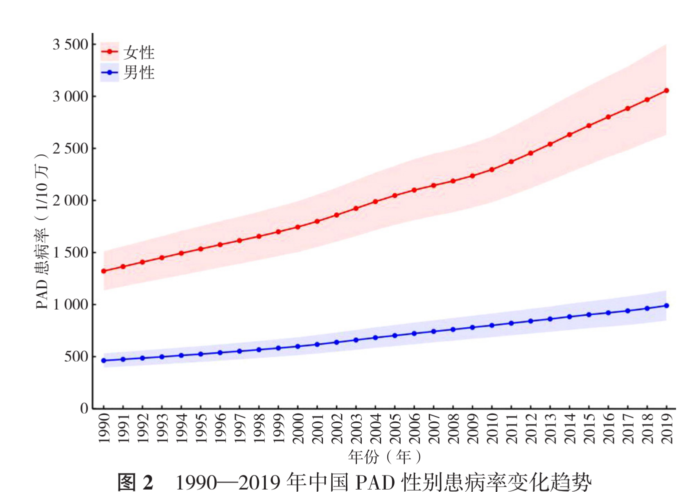


图 2 1990—2019 年中国 PAD 性别患病率变化趋势

Figure 2 Gender prevalence of PAD in China from 1990 to 2019

APC 分别为 0.91%、0.49%。2005—2019 年呈下降趋势，*APC* 为 -0.50%，1990—2019 年 *AAPC* 为 0.05%，见表 2。中国女性 PAD 的年龄标化患病率 1990 年为 1 839.43/10 万，2019 年为 2 022.13/10 万，增幅为 9.93%，见表 1、图 3。1990—2005 年呈上升趋势，*APC* 为 0.73%；而 2005—2009 年、2009—2019 年变化趋势不显著（$P>0.05$）。1990—2019 年 *AAPC* 为 0.28 见表 2。

2.3 2035 年中国 PAD 患病趋势预测 BAPC 模型预测结果示，2035 年中国男性 PAD 患病人数将达到 101.30×10 万，女性将达到 319.24×10 万。2035 年中国女性 PAD 患病人数较 2019 年将增长 49.77%。分年龄统计，2019 年中国女性 65~69 岁 PAD 患病人数最多，为 35.15×10 万，2035 年将是 70~74 岁患病人数最多，为 55.89×10 万。2035 年 40~44、45~49、

表 1 1990 年和 2019 年中国男性和中国、日本、韩国、印度及全球女性 PAD 患病情况

Table 1 Prevalence of PAD among Chinese men and women in China，Japan，Korea，India and globally in 1990 and 2019

地区	性别	患病人数（×10 万） 1990 年（95%*UI*）	2019 年（95%*UI*）	变化率（%）	粗患病率（1/10 万） 1990 年（95%*UI*）	2019 年（95%*UI*）	变化率（%）	年龄标化患病率（1/10 万） 1990 年（95%*UI*）	2019 年（95%*UI*）	变化率（%）
中国	男性	28.22（24.03，32.53）	71.74（61.29，82.49）	154.22	462.40（393.73，533.09）	989.79（845.60，1 138.07）	114.05	731.02（631.44，836.51）	744.96（644.62，850.82）	1.91
	女性	75.78（65.04，86.78）	213.15（183.34，244.52）	181.27	1 321.44（1 134.16，1 513.18）	3 055.85（2 628.40，3 505.48）	131.25	1 839.43（1 593.06，2 095.46）	2 022.13（1 750.00，2 309.13）	9.93
日本	女性	30.72（26.73，34.70）	37.26（32.11，42.65）	21.29	4 801.14（4 177.38，5 422.56）	5 686.97（4 901.04，6 509.51）	18.45	3 182.64（2 782.59，3 587.70）	1 846.52（1 606.47，2 091.10）	-41.98
韩国	女性	3.88（3.34，4.42）	7.53（6.51，8.61）	94.07	1 756.55（1 512.74，2 001.33）	2 850.98（2 466.53，3 260.43）	62.31	2 409.29（2 083.25，2 739.95）	1 519.64（1 314.65，1 737.66）	-36.93
印度	女性	21.43（18.33，24.63）	61.15（52.96，70.11）	185.35	522.29（446.86，600.39）	902.56（781.69，1 034.75）	72.81	1 135.33（985.40，1 300.95）	1 105.89（959.02，1 261.32）	-2.59
全球	女性	447.95（390.62，507.73）	760.93（665.87，861.71）	69.87	1 686.50（1 470.66，1 911.55）	1 973.12（1 726.63，2 234.45）	16.99	2 181.02（1 905.72，2 471.79）	1 735.06（1 519.05，1 964.04）	-20.45

注：*UI*= 不确定区间。

表 2 1990—2019 年中国 PAD 粗患病率和年龄标化患病率时间变化趋势

Table 2 Temporal changes of PAD prevalence and age-standardized prevalence in China from 1990 to 2019

项目	性别	趋势 1 年份	趋势 1 APC（95%*CI*）	趋势 2 年份	趋势 2 APC（95%*CI*）	趋势 3 年份	趋势 3 APC（95%*CI*）	AAPC（95%*CI*）
粗患病率	男性	1990—1999 年	2.58（2.52，2.65）[a]	1999—2007 年	3.17（3.07，3.26）[a]	2007—2019 年	2.39（2.34，2.43）[a]	2.66（2.63，2.70）[a]
	女性	1990—2006 年	2.90（2.84，2.96）[a]	2006—2009 年	2.21（0.67，3.77）[a]	2009—2019 年	3.24（3.11，3.36）[a]	2.94（2.78，3.10）[a]
年龄标化患病率	男性	1990—1993 年	0.91（0.68，1.14）[a]	1993—2005 年	0.49（0.46，0.52）[a]	2005—2019 年	-0.50（-0.52，-0.48）[a]	0.05（0.03，0.08）[a]
	女性	1990—2005 年	0.73（0.65，0.81）[a]	2005—2009 年	-0.93（-1.87，0.03）	2009—2019 年	0.10（-0.05，0.25）	0.28（0.14，0.42）[a]

注：APC= 年度变化百分比，AAPC= 平均年度变化百分比；[a] 表示 $P<0.05$。

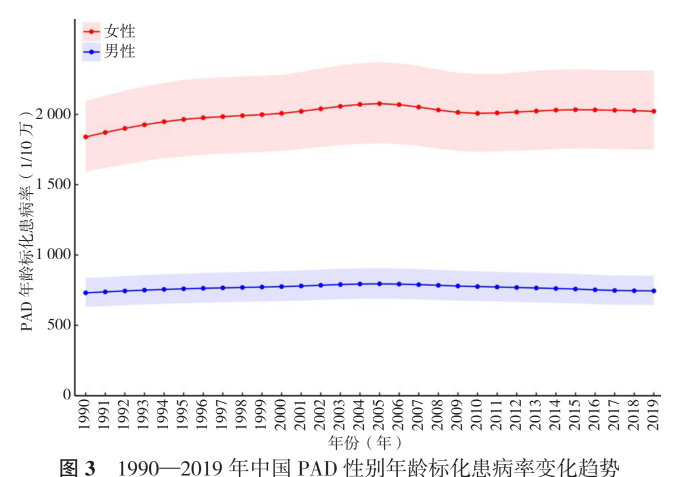


图 3　1990—2019 年中国 PAD 性别年龄标化患病率变化趋势

Figure 3　Gender and age standardized prevalence of PAD in China from 1990 to 2019

50~54、55~59 岁中国女性 PAD 患病人数将低于 2019 年，60~64、65~69、70~74、75~79、80~84、85~89、90~94、≥ 95 岁患病人数将高于 2019 年，见表 3、图 4A。

2035 年中国男性 PAD 年龄标化患病率为 712.09/10 万，女性为 1 945.97/10 万，较 2019 年分别降低 4.41% 与 3.77%。分年龄统计，2035 年中国女性各年龄分层 PAD 患病率随年龄增大而增加，除≥ 95 岁人群外，其他年龄段人群的患病率均较 2019 年下降，见表 3、图 4B。

2.4　中国 PAD 疾病负担归因危险因素分析　2019 年中国 PAD 疾病负担可归因于 6 种危险因素，分别为高血压、吸烟、糖尿病、肾功能不全、高盐饮食和铅暴露。男性最主要危险因素为吸烟（44.32%），其次为高血压（18.97%）和糖尿病（16.11%）。女性最主要的危险因素为高血压（32.31%），其次为糖尿病（24.81%）和肾功能不全（17.27%），吸烟仅占 14.91%，见表 4。

表 4　2019 年中国 PAD 疾病负担危险因素占比（%）

Table 4　Proportion of risk factors of PAD disease burden in China in 2019

危险因素	女性	男性
高血压	32.31	18.97
糖尿病	24.81	16.11
肾功能不全	17.27	10.66
吸烟	14.91	44.32
高盐饮食	8.40	7.81
铅暴露	2.30	2.13

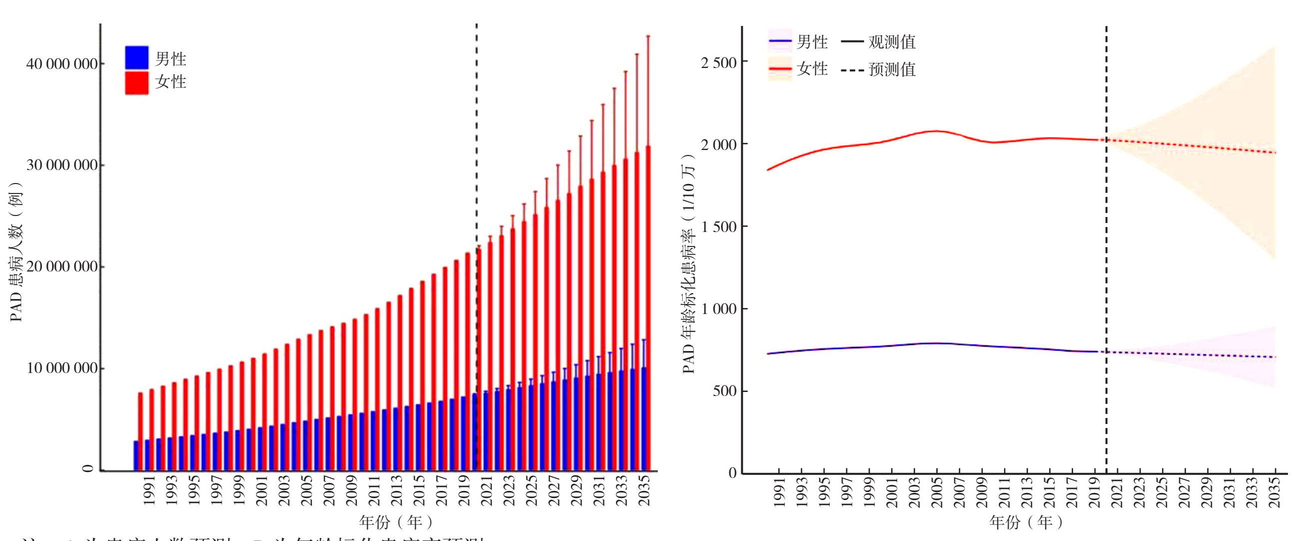
3　讨论

本研究使用 GBD 2019 数据对 1990—2019 年中国 PAD 患病情况进行评估，研究发现，1990—2019 年中国 PAD 患病人数、患病率及年龄标化患病率均增高。2019 年中国 PAD 患病人数达 2 800 余万，其中女性患病人数为 2 100 余万。预计到 2035 年，中国女性 PAD 患病人数将达到近 3 200 万，是男性的 3.15 倍。虽然在这些患者中无症状 PAD 占 50% 以上，下肢功能和生活质量不会受到明显影响，但实际上是全身性整体血管健康状况不佳的表现，并预示未来可能发生致命的心血管事件。无症状 PAD 患者发生心肌梗死的风险增加 20%~60%，脑卒中的风险增加 40%[7，20]。PAD 意味着更高的多血管疾病的发生率，在世界范围内是一个巨大的医疗和经济负担。因此，了解 PAD 的患病特点，可以更好地指导疾病预防和治疗，以及公共卫生政策的制

表 3　2019 年和 2035 年中国 PAD 患病人数和年龄标化患病率比较

Table 3　Comparison of number of cases and age-standardized prevalence of PAD in China in 2019 and 2035

分层	患病人数（×10 万）			年龄标化患病率 / 年龄分层患病率（1/10 万）		
	2019 年	2035 年	变化率（%）	2019 年	2035 年	变化率（%）
男性	71.74（61.29，82.49）	101.30（74.17，128.43）	41.20	744.96（644.62，850.82）	712.09（521.26，902.92）	-4.41
女性	213.15（183.34，244.52）	319.24（211.74，426.74）	49.77	2 022.13（1 750.00，2 309.13）	1 945.97（1 290.41，2 601.54）	-3.77
年龄						
40~44 岁	3.53（2.63，4.53）	3.44（2.03，4.86）	-2.55	709.33（528.11，909.28）	685.46（451.91，997.17）	-3.37
45~49 岁	10.28（8.00，13.02）	10.23（6.48，13.98）	-0.49	1 727.05（1 343.83，2 186.38）	1 669.34（1 141.36，2 356.88）	-3.34
50~54 岁	20.45（15.47，26.47）	16.84（10.99，22.68）	-17.65	3 283.85（2 484.01，4 250.95）	3 176.14（2 211.35，4 416.94）	-3.28
55~59 岁	24.22（18.92，29.50）	23.60（15.55，31.65）	-2.56	5 130.90（4 009.67，6 250.79）	4 954.32（3 467.83，6 858.72）	-3.44
60~64 岁	28.05（21.86，34.20）	37.79（24.90，50.67）	34.72	7 174.76（5591.51，8 748.45）	6 911.64（4 838.26，9567.32）	-3.67
65~69 岁	35.15（28.53，42.76）	54.23（35.74，72.71）	54.28	9 808.05（7 962.41，11 931.32）	9 534.03（6 674.27，13197.34）	-2.79
70~74 岁	31.48（24.75，38.93）	55.89（36.84，74.94）	77.54	12 834.99（10 090.64，15 872.26）	12 644.82（8 851.97，17 502.76）	-1.48
75~79 岁	24.68（19.95，29.94）	47.23（31.13，63.32）	91.37	15 710.38（12 701.39，19 056.28）	15 578.80（10 906.09，21 564.03）	-0.84
80~84 岁	19.50（15.94，23.57）	42.34（27.91，56.77）	117.1	18 233.42（14 904.87，22 040.04）	18 047.91（12 634.59，24 981.53）	-1.02
85~89 岁	11.03（9.15，13.23）	22.05（14.54，29.57）	99.91	19 956.90（16 549.96，23 939.22）	19 644.12（13 752.07，27 191.05）	-1.57
90~94 岁	3.90（3.26，4.62）	8.00（5.28，10.73）	105.1	21 005.15（17 575.78，24 849.58）	20 503.84（14 353.82，28 381.23）	-2.39
≥ 95 岁	0.89（0.74，1.06）	2.42（1.59，3.24）	171.9	19 900.02（16 381.60，23 738.57）	21 118.14（14 783.68，29 231.74）	6.12



注：A 为患病人数预测，B 为年龄标化患病率预测

图 4 2020—2035 年中国 PAD 分性别患病人数和年龄标化患病率变化趋势预测

Figure 4 Prediction of the changing trend of the number cases and age-standardized prevalence of PAD by gender in China from 2020 to 2035

定。

在既往关于 PAD 的研究中，由于人群筛查或临床研究中抽样的性别偏差以及寻求治疗行为的性别差异等原因[21]，男性曾被认为是 PAD 的独立危险因素[14，22-23]。然而，随着近些年对 PAD 性别研究的深入，目前对 PAD 性别差异的理解已经发生了变化。近年来的数据表明，女性 PAD 的患病率更高[24]。北京城市人群的横断面研究也发现女性 PAD 的患病率高于男性，其中男性为 8.0%，女性为 13.6%[25]。本研究也发现中国女性 PAD 患病率明显高于男性。

研究表明，在女性 PAD 中无症状和非典型症状更为常见，女性的非典型症状常被误诊为关节炎、椎管狭窄或神经性病变[15]。然而由于女性腿部力量和心肺功能较男性相比较低，因此在 PAD 疾病严重程度相似的情况下，女性在下肢功能和力量方面的损害更大，生活质量下降更多[26-27]，因此应更加重视女性的 PAD。

既往研究很少分析女性 PAD 患病率高于男性的原因，其机制尚不清楚，可能是多因素共同作用的结果，与社会人口结构、诊断方法和危险因素的差异相关。首先，从社会人口结构方面分析，近 30 年来中国人口的预期寿命不断提高，女性的平均寿命比男性长，在 70 岁以上人口中女性占 54.39%，80 岁以上人口中女性占 61.09%[28]。而 PAD 患病率均随着年龄的增长而增加。本研究发现，中国女性 75 岁以上人群中 PAD 患病率均在 15% 以上，并且全球包括中国在内人口正在加速老龄化，本研究对 2035 年中国 PAD 患病情况的预测也印证了这一点。2035 年中国 PAD 患病人数将进一步增加，而年龄标化患病率则降低，这正是人口老龄化的表现。这可能是造成 PAD 患病率性别差异的原因之一[23，29]。另外，在过去 30 年中国男性 PAD 死亡率在增加；而女性 PAD 死亡率有所下降，其生存时间进一步延长[30]。也有研究将其归因于女性在冠心病和脑卒中方面可能具有的生存优势。因为 PAD 患者很少死于 PAD 本身，多数患者是死于其他心脑血管疾病，而男性更易死于冠心病[30-31]，因此女性 PAD 患者较男性更具生存优势。这些可能是导致女性 PAD 患病率持续上升的另一个原因。

其次为 PAD 的诊断方法。踝肱指数（ankle brachial index，ABI）是一种对 PAD 进行筛查和诊断的非侵入性工具。2016 年美国心脏协会 / 美国心脏病学会（AHA/ACC）指南推荐 ABI 为 PAD 患者的初始诊断方法，患者 ABI<0.90 时可诊断为 PAD[2]。而 ABI 在不同性别人群中有差异。苏格兰一项针对无心血管疾病病史成年人的筛查中显示，女性平均 ABI 比男性低 0.05（女性为 1.01，男性为 1.06）[32]。美国一项针对不同性别和种族的流行病学研究表明，女性的 ABI 比男性低约 0.02[33]。而这种差异可能与不同性别之间的正常生理差异如身高、肢体小血管直径等相关。研究表明，身高越高，其踝部的收缩压越高，ABI 值更高。通常男性的平均身高高于女性，因此男性平均 ABI 比女性高[34-35]。鉴于此，也有学者提出，以 ABI<0.90 作为男女诊断 PAD 的统一标准可能不能准确区分不同性别之间 PAD 的实际患病率[11]。而在中国，不同性别的身高差异可能更加明显，是否会导致 ABI 的性别差异更大需要相关的流行病学研究去论证。另一方面，男性的 PAD 患病率可能被低估。一些运动后跛行的患者会有正常的静息 ABI，因此运动 ABI 测试可以帮助区分是否为 PAD[5]，但在大型流行病学研究中检测运动后 ABI 通常是不可行的[11]；男性严重肢体缺血和截肢的发病率更高[36-37]，而已经截肢或严重肢体缺血的患者通常被排除在人群研究之外；男

性 PAD 在社会经济地位以及受教育程度较低的人中更为常见，这可能和吸烟或不健康的饮食模式等危险因素相关[11, 38-40]。中国的 ABI 筛查多在东部大医疗中心和城市社区，中西部经济欠发达地区和农村基层筛查较少[41-43]。这些均可能造成对男性 PAD 的估计不足。

然后为危险因素的差异。本研究分析了 2019 年中国 PAD 疾病负担归因危险因素。对男性而言，吸烟是最主要的危险因素，占 44.32%。而女性最主要的危险因素则是高血压，其次为糖尿病，吸烟仅为女性危险因素第四位。与男性相比，女性虽然吸烟率较低，但其暴露于二手烟的风险明显增加[9]，据估计，中国一半以上的女性非吸烟者暴露于被动吸烟[44-45]，这可能是女性 PAD 患病率增加的潜在原因[30-31]。另外，糖尿病是女性 PAD 疾病负担的第二位危险因素，而研究表明患有糖尿病的女性比男性患 PAD 的风险更高[24, 29]。除此之外，女性还有其独有的危险因素，如绝经后状态中与雌激素相关的变化、女性的血清氧化应激标志物水平更高[46]以及口服避孕药的使用。有学者认为，40 岁以下女性的 PAD 患病率高于男性的合理解释之一可能是口服避孕药的使用[47]。在妊娠期间经历先兆子痫、妊娠高血压综合征等并发症的妇女患 PAD 的风险更高[48-49]。

综上所述，由于社会人口结构、诊断方法和危险因素等方面的性别差异，中国女性 PAD 患病率明显高于男性。同时，本研究还发现中国女性 PAD 的年龄标准化患病率近 30 年来明显增高，甚至已经超过日本、韩国等高收入国家，远超过同为发展中国家的印度。而同期日本、韩国、印度以及全球女性 PAD 的年龄标准化患病率均是降低的，中国男性 PAD 的年龄标准化患病率近十年也是下降的。更不容忽视的是，2019 年中国女性 PAD 患者约占全球女性 PAD 患者的 28.01%。本研究预测发现，到 2035 年中国女性 PAD 患病人数较 2019 年将增长约 49.77%。在可预见的未来，随着人口老龄化趋势的加剧，以及高血压、糖尿病等慢性病发病率的增加，预计会有更多的 PAD 病例。因此 PAD 是不能被忽视的健康问题，应加强医务工作者和普通公众对这种疾病的认识，尤其需要更多基于性别的流行病学研究和临床研究，以改进对 PAD，特别是女性 PAD 预防、早期诊断和治疗的措施，从而减少与 PAD 相关的经济负担和不良后果。

本研究存在以下局限性：首先，GBD 提供的数据很大程度上取决于建模期间使用的数据的质量和数量，而不同国家和地区的数据质量和缺失程度差异很大，对 PAD 负担的估计可能出现偏差[50]。其次，PAD 经常伴随着心肌梗死或卒中等其他严重的并存疾病，这可能掩盖 PAD 本身带来的危害，导致了对 PAD 疾病负担的低估。第三，GBD 数据库中缺乏可归因于其他风险因素（如高胆固醇血症）的数据，限制了本研究对总体风险因素及负担的全面分析。

作者贡献：刘林波、施森负责论文总体设计、审阅，刘林波、廖智杰、杨文凡负责资料分析、解释数据并负责文献查阅，杨文凡、白丹丹、王冬梅负责论文图片的绘制、整理和起草论文，施森负责论文修改和审校工作。所有作者共同确定了论文的最终版本。

本文无利益冲突。

参考文献

[1] BENJAMIN E J，BLAHA M J，CHIUVE S E，et al. Heart disease and stroke statistics-2017 update：a report from the American heart association［J］. Circulation，2017，135（10）：e146-603. DOI：10.1161/CIR.0000000000000485.

[2] GERHARD-HERMAN M D，GORNIK H L，BARRETT C，et al. 2016 AHA/ACC guideline on the management of patients with lower extremity peripheral artery disease：a report of the American college of cardiology/american heart association task force on clinical practice guidelines［J］. Circulation，2017，135（12）：e726-779. DOI：10.1161/CIR.0000000000000471.

[3] SONG P G，RUDAN D A，ZHU Y J，et al. Global，regional，and national prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2015：an updated systematic review and analysis［J］. Lancet Glob Health，2019，7（8）：e1020-1030. DOI：10.1016/S2214-109X（19）30255-4.

[4] CRIQUI M H，ABOYANS V. Epidemiology of peripheral artery disease［J］. Circ Res，2015，116（9）：1509-1526. DOI：10.1161/CIRCRESAHA.116.303849.

[5] FOLEY T R，ARMSTRONG E J，WALDO S W. Contemporary evaluation and management of lower extremity peripheral artery disease［J］. Heart，2016，102（18）：1436-1441. DOI：10.1136/heartjnl-2015-309076.

[6] AGRAWAL K，EBERHARDT R T. Contemporary medical management of peripheral arterial disease：a focus on risk reduction and symptom relief for intermittent claudication［J］. Cardiol Clin，2015，33（1）：111-137. DOI：10.1016/j.ccl.2014.09.010.

[7] CONTE S M，VALE P R. Peripheral arterial disease［J］. Heart Lung Circ，2018，27（4）：427-432. DOI：10.1016/j.hlc.2017.10.014.

[8] LIN J F，CHEN Y B，JIANG N，et al. Burden of peripheral artery disease and its attributable risk factors in 204 countries and territories from 1990 to 2019［J］. Front Cardiovasc Med，2022，9：868370. DOI：10.3389/fcvm.2022.868370.

[9] FOWKES F G，RUDAN，RUDAN I，et al. Comparison of global estimates of prevalence and risk factors for peripheral artery disease in 2000 and 2010：a systematic review and analysis［J］. Lancet，2013，382（9901）：1329-1340. DOI：10.1016/S0140-6736(13)61249-0.

[10] TAKAHARA M，IIDA O，KOHSAKA S，et al. Diabetes mellitus and other cardiovascular risk factors in lower-extremity peripheral artery disease versus coronary artery disease：an analysis of 1，121，359 cases from the nationwide databases［J］. Cardiovasc

Diabetol，2019，18（1）：155. DOI：10.1186/s12933-019-0955-5.

[11] FOWKES F G，ABOYANS V，FOWKES F J，et al. Peripheral artery disease：epidemiology and global perspectives［J］. Nat Rev Cardiol，2017，14（3）：156-170. DOI：10.1038/nrcardio.2016.179.

[12] JELANI Q U，MENA-HURTADO C，BURG M，et al. Relationship between depressive symptoms and health status in peripheral artery disease：role of sex differences［J］. J Am Heart Assoc，2020，9（16）：e014583. DOI：10.1161/JAHA.119.014583.

[13] BROSTOW D P，PETRIK M L，STAROSTA A J，et al. Depression in patients with peripheral arterial disease：a systematic review［J］. Eur J Cardiovasc Nurs，2017，16（3）：181-193. DOI：10.1177/1474515116687222.

[14] POLLAK A W. PAD in women：the ischemic continuum［J］. Curr Atheroscler Rep，2015，17（6）：513. DOI：10.1007/s11883-015-0513-x.

[15] HIRSCH A T，ALLISON M A，GOMES A S，et al. A call to action：women and peripheral artery disease：a scientific statement from the American Heart Association［J］. Circulation，2012，125（11）：1449-1472. DOI：10.1161/CIR.0b013e31824c39ba.

[16] 李辉章，杜灵彬. Joinpoint 回归模型在肿瘤流行病学时间趋势分析中的应用［J］. 中华预防医学杂志，2020，54（8）：908-912. DOI：10.3760/cma.j.cn112150-20200616-00889.

[17] 王红心，樊文龙，杨晓雨，等. 1990—2019 年中国蛋白质能量营养不良发病趋势及预测研究［J］. 中国全科医学，2023，26（5）：591-597. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2022.0556.

[18] 许晴晴，严永富，陈浩，等. 中国四大慢性病死亡率可持续发展目标实现的预测研究［J］. 中华流行病学杂志，2022，43（6）：878-884. DOI：10.3760/cma.j.cn112338-20211028-00830.

[19] 梁珊珊，周智华，李成程，等. 1990—2019 年中国糖尿病疾病负担及发病预测分析［J］. 中国全科医学，2023，26（16）：2013-2019. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0009.

[20] ANDERSON J L，HALPERIN J L，ALBERT N M，et al. Management of patients with peripheral artery disease（compilation of 2005 and 2011 ACCF/AHA guideline recommendations）：a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines［J］. Circulation，2013，127（13）：1425-1443. DOI：10.1161/CIR.0b013e31828b82aa.

[21] TEODORESCU V J，VAVRA A K，KIBBE M R. Peripheral arterial disease in women［J］. J Vasc Surg，2013，57（4）：18S-26S. DOI：10.1016/j.jvs.2012.10.115.

[22] GRENON S M，COHEN B E，SMOLDEREN K，et al. Peripheral arterial disease，gender，and depression in the Heart and Soul Study［J］. J Vasc Surg，2014，60（2）：396-403. DOI：10.1016/j.jvs.2014.02.013.

[23] CHASE-VILCHEZ A Z，CHAN I H Y，PETERS S A E，et al. Diabetes as a risk factor for incident peripheral arterial disease in women compared to men：a systematic review and meta-analysis［J］. Cardiovasc Diabetol，2020，19（1）：151. DOI：10.1186/s12933-020-01130-4.

[24] SRIVARATHARAJAH K，ABRAMSON B L. Women and peripheral arterial disease：a review of sex differences in epidemiology，clinical manifestations，and outcomes［J］. Can J Cardiol，2018，34（4）：356-361. DOI：10.1016/j.cjca.2018.01.009.

[25] HE Y，JIANG Y，WANG J，et al. Prevalence of peripheral arterial disease and its association with smoking in a population-based study in Beijing，China［J］. J Vasc Surg，2006，44（2）：333-338. DOI：10.1016/j.jvs.2006.03.032.

[26] MORRISON A，ADAY A W. Sex as a key determinant of peripheral artery disease：epidemiology，differential outcomes，and proposed biological mechanisms［J］. Can J Cardiol，2022，38（5）：601-611. DOI：10.1016/j.cjca.2022.02.021.

[27] MCDERMOTT M M，FERRUCCI L，LIU K，et al. Women with peripheral arterial disease experience faster functional decline than men with peripheral arterial disease［J］. J Am Coll Cardiol，2011，57（6）：707-714. DOI：10.1016/j.jacc.2010.09.042.

[28] 项鑫，王乙. 中国人口老龄化现状、特点、原因及对策［J］. 中国老年学杂志，2021，41（18）：4149-4152. DOI：10.3969/j.issn.1005-9202.2021.18.072.

[29] PATEL T，BAYDOUN H，PATEL N K，et al. Peripheral arterial disease in women：the gender effect［J］. Cardiovasc Revasc Med，2020，21（3）：404-408. DOI：10.1016/j.carrev.2019.05.026.

[30] GONG W，SHEN S H，SHI X J. Secular trends in the epidemiologic patterns of peripheral artery disease and risk factors in China from 1990 to 2019：findings from the global burden of disease study 2019［J］. Front Cardiovasc Med，2022，9：973592. DOI：10.3389/fcvm.2022.973592.

[31] SAMPSON U K，FOWKES F G，MCDERMOTT M M，et al. Global and regional burden of death and disability from peripheral artery disease：21 world regions，1990 to 2010［J］. Glob Heart，2014，9（1）：145-158.e21. DOI：10.1016/j.gheart.2013.12.008.

[32] PRICE J F，STEWART M C，DOUGLAS A F，et al. Frequency of a low ankle brachial index in the general population by age，sex and deprivation：cross-sectional survey of 28，980 men and women［J］. Eur J Cardiovasc Prev Rehabil，2008，15（3）：370-375. DOI：10.1097/HJR.0b013e3282f8b36a.

[33] ABOYANS V，CRIQUI M H，MCCLELLAND R L，et al. Intrinsic contribution of gender and ethnicity to normal ankle-brachial index values：the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis（MESA）［J］. J Vasc Surg，2007，45（2）：319-327. DOI：10.1016/j.jvs.2006.10.032.

[34] ISHIDA A，MIYAGI M，KINJO K，et al. Age- and sex-related effects on ankle-brachial index in a screened cohort of Japanese：the Okinawa Peripheral Arterial Disease Study（OPADS）［J］. Eur J Prev Cardiol，2014，21（6）：712-718. DOI：10.1177/2047487312462822.

[35] KAPOOR R，AYERS C，VISOTCKY A，et al. Association of sex and height with a lower ankle brachial index in the general population［J］. Vasc Med，2018，23（6）：534-540. DOI：10.1177/1358863X18774845.

[36] LO R C，BENSLEY R P，DAHLBERG S E，et al. Presentation，treatment，and outcome differences between men and women undergoing revascularization or amputation for lower extremity

peripheral arterial disease［J］. J Vasc Surg，2014，59（2）：409-418.e3. DOI：10.1016/j.jvs.2013.07.114.

［37］WALTER N，ALT V，RUPP M. Lower limb amputation rates in Germany［J］. Medicina，2022，58（1）：101. DOI：10.3390/medicina58010101.

［38］LOCKHART P B，BOLGER A F，PAPAPANOU P N，et al. Periodontal disease and atherosclerotic vascular disease：does the evidence support an independent association?：a scientific statement from the American Heart Association［J］. Circulation，2012，125（20）：2520-2544. DOI：10.1161/CIR.0b013e31825719f3.

［39］RUDOLF H，KREUTZER J，KLAASSEN-MIELKE R，et al. Socioeconomic factors and the onset of peripheral artery disease in older adults［J］. Vasa，2021，50（5）：341-347. DOI：10.1024/0301-1526/a000961.

［40］MESSIHA D，PETRIKHOVICH O，LORTZ J，et al. Income-related peripheral artery disease treatment：a nation-wide analysis from 2009-2018［J］. J Cardiovasc Dev Dis，2022，9（11）：392. DOI：10.3390/jcdd9110392.

［41］赵倩南，王淳秀，关绍晨，等. 北京地区 35 岁及以上人群外周动脉疾病患病率特点及影响因素分析［J］. 中华心血管病杂志，2019，47（12）：1000-1004. DOI：10.3760/cma.j.issn.0253?3758.2019.12.010.

［42］蔡毅，崔华，范利. 北京市军队老年男性高血压患者心脑血管疾病患病率调查［J］. 中国康复理论与实践，2015，21（11）：1298-1303. DOI：10.3969/j.issn.1006-9771.2015.11.014.

［43］李宪凯，韩扬，徐大春，等. 踝臂指数与外周动脉疾病死亡率之间的关系［J］. 同济大学学报（医学版），2015，36（2）：74-80. DOI：10.16118/j.1008-0392.2015.02.017.

［44］XIA C L，XIAO S Q，WU Q J，et al. Association between passive smoking and health among Chinese nurses：a cross-sectional study［J］. Front Public Health，2021，9：741083. DOI：10.3389/fpubh.2021.741083.

［45］SONG C H，LI W，LENG J H，et al. Passive smoking and postpartum depression among Chinese women：a prospective cohort study in Tianjin，China［J］. Women Health，2019，59（3）：281-293. DOI：10.1080/03630242.2018.1478365.

［46］GARDNER A W，PARKER D E，MONTGOMERY P S，et al. Gender and racial differences in endothelial oxidative stress and inflammation in patients with symptomatic peripheral artery disease［J］. J Vasc Surg，2015，61（5）：1249-1257. DOI：10.1016/j.jvs.2014.02.045.

［47］OKOTH K，CHANDAN J S，MARSHALL T，et al. Association between the reproductive health of young women and cardiovascular disease in later life：umbrella review［J］. BMJ，2020，371：m3502. DOI：10.1136/bmj.m3502.

［48］GENCHEVA D G，NIKOLOV F P，UCHIKOVA E H，et al. Hypertension in pregnancy as an early sex-specific risk factor for cardiovascular diseases：evidence and awareness［J］. Folia Med，2022，64（3）：380-387. DOI：10.3897/folmed.64.e64741.

［49］OLIVER-WILLIAMS C，STEVENS D，PAYNE R A，et al. Association between hypertensive disorders of pregnancy and later risk of cardiovascular outcomes［J］. BMC Med，2022，20（1）：19. DOI：10.1186/s12916-021-02218-8.

［50］LIU W F，YANG C Z，CHEN Z，et al. Global death burden and attributable risk factors of peripheral artery disease by age，sex，SDI regions，and countries from 1990 to 2030：results from the Global Burden of Disease study 2019［J］. Atherosclerosis，2022，347：17-27. DOI：10.1016/j.atherosclerosis.2022.03.002.

（收稿日期：2023-03-28；修回日期：2023-07-06）

（本文编辑：邹琳）